



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E FÍSICA**

**AVALIAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DURANTE
O CULTIVO DE CAMARÃO EM VIVEIROS**

EMMANUEL ALLEF DA SILVA BORGES

**AREIA, PB
NOVEMBRO DE 2018**

EMMANUEL ALLEF DA SILVA BORGES

**AVALIAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DURANTE
O CULTIVO DE CAMARÃO EM VIVEIROS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Química da
Universidade Federal da Paraíba – Centro de
Ciências Agrárias em cumprimento as exigências
para obtenção do título de Bacharel em Química.

ORIENTADOR: DR. MARCELO LUÍS
RODRIGUES

AREIA, PB

NOVEMBRO DE 2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B732a Borges, Emmanuel Allef da Silva.

AVALIAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA
DURANTE O CULTIVO DE CAMARÃO EM VIVEIROS / Emmanuel
Allef da Silva Borges. - João Pessoa, 2018.

33 f. : il.

Orientação: MARCELO LUÍS RODRIGUES RODRIGUES.
TCC (Especialização) - UFPB/CCA.

1. Carcinicultura. Qualidade da água. Viveiro. I.
RODRIGUES, MARCELO LUÍS RODRIGUES. II. Título.


UFPB/CCA-AREIA

EMMANUEL ALLEF DA SILVA BORGES

**AVALIAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DURANTE
O CULTIVO DE CAMARÃO EM VIVEIROS**


MONOGRAFIA APROVADA EM: 05/12/18

BANCA EXAMINADORA




Prof. Dr. Marcelo Luís Rodrigues - Orientadora

DZ/CCA/UFPB



Evaldo Dos Santos Felix – Examinadora

Eng^a agrônomo INSA/MCTIC



João Batista Belarmino Rodrigues – Examinadora

PPGCS/CCA/UFPB

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador Marcelo Luís Rodrigues, professor e companheiro de caminhada que me acolheu em um momento difícil no decorrer do Curso de Química.

A professora Maria Betania Hermenegildo dos Santos, profissional excepcional que marcou muito minha vida durante todo o curso e que será sempre uma referência para minha carreira.

A professora Dayse das Neves Moreira, pela competência, exemplo de profissionalismo e compromisso com a educação.

Aos demais amigos que continuam na luta para concluir o curso, digo-lhes que no final vocês vão ficar muito orgulhosos de terem conseguido.

A Tereziana Silva da Costa, que é, além de técnica do laboratório de química, uma grande professora e mestre.

Agradeço também a minha família por tudo apoio e carinho durante minha vida.

Aos meus colegas de turma 2012.2 e à minha namorada Giovanna Abrantes por toda paciência comigo durante a conclusão do curso e pela ajuda com este trabalho.

Aos demais colaboradores que auxiliaram direta e indiretamente este trabalho.

Sumário

1	Introdução	11
2	Revisão da Literatura	13
2.1	Manejo alimentar	13
2.2	Influência do parâmetro físico pH	13
2.3	Nitrogênio	14
2.3.1	Amônia	14
2.3.2	Nitrito	15
2.3.3	Nitrato	15
2.4	Fósforo	16
2.5	Alcalinidade	17
3	Materiais e Métodos	17
3.1	Área de Estudo	17
3.2	Procedimentos de Amostragem	18
3.2.1	Água	18
3.2.2	Temperatura e pH	18
3.3	Procedimentos para determinação de Fósforo total, nitrito, nitrato e amônia	18
3.3.1	Análise de Fósforo	18
3.3.2	Amônia	19
3.3.3	Nitrito	19
3.3.4	Dureza	19
3.3.5	Alcalinidade	20
4	Resultados e Discussão	20
5	Considerações finais	31
6	Referências	32

Resumo

A carcinicultura é um ramo específico da aquicultura voltado para a criação de camarão em cativeiro. A avaliação da qualidade da água é considerada um fator importante para o crescimento e saúde do camarão, desta forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar as variáveis físicas e químicas da qualidade da água em seis viveiros de criação de camarão. Foram investigadas as concentrações de fósforo, nitrogênio, amônia e alcalinidade, bem como os parâmetros pH e temperatura, no decorrer de sete semanas. O fósforo total apresentou valores em desacordo com a resolução do CONAMA e a Associação Brasileira de Criadores de Camarão durante todo o cultivo do camarão, o pH e oxigênio na água se mostraram elevados em determinados períodos do cultivo, os demais parâmetros se mostraram dentro do recomendado.

Palavras-chave: Carcinicultura. Qualidade da água. Viveiro.

Abstract

Carciniculture a specific branch of aquaculture aimed at raising shrimp in captivity. The evaluation of water quality is an important factor for shrimp growth and health. In this way, the present work aimed to identify the physical and chemical variables of water quality in six shrimp farms. Concentrations of phosphorus, nitrogen, ammonia and alkalinity were investigated, as well as pH and temperature, without seven weeks. The total phosphorus was applied with the addition of CONAMA and the Brazilian Shrimp Breeders' Association during the whole shrimp cultivation, the pH was responsible for water during the growing period, the other parameters were determined within the recommended one.

Key words: Carcinicultura. Water quality. Nursery.

Lista de figuras

Figura 1: Viveiros para o cultivo de camarão analisados	18
Figura 2: Valores de oxigênio nos viveiros 7, 8 e 9.....	22
Figura 3: Valores de oxigênio nos viveiros 10, 11 e 12.....	22
Figura 4: Valores de pH dos seis viveiros ao longo do experimento.....	23
Figura 5: Concentrações de fósforo total a cada semana	25
Figura 6: Concentração de amônia dos viveiros 7,8 e 9 por semanas.....	26
Figura 7: Concentração de amônia dos viveiros 10,11 e 12 por semanas.....	26
Figura 8: Concentração de nitrito por semana nos viveiros 7,8 e 9	28
Figura 9: Concentração de nitrito por semana nos viveiros 10, 11 e 12	28

Lista de tabelas

Tabela 1: Valores máximos permitidos pelo CONAMA e ABCC	20
Tabela 2: valores de oxigênio nos viveiros ao longo do cultivo	21
Tabela 3: Valores de alcalinidade ao longo do experimento.....	24
Tabela 4: Concentrações de amônia nos seis viveiros.....	25
Tabela 5: Concentrações de nitrito por semana.....	27
Tabela 6: Teste ANOVA para as variáveis analisadas	29

1 Introdução

Segundo Ribeiro et al, (2014) a aquicultura é definida como o cultivo de organismos aquáticos em água marinha, salobra ou doce, e pode ser dividida em diversos ramos, dentre eles destaca-se a Carcinicultura, que é um ramo específico voltado para a criação de camarão em cativeiro.

Algumas técnicas são utilizadas na criação de camarão, sendo o viveiro escavado, uma das mais recorrentes. Na utilização de viveiro escavado é necessário o preparo prévio, calagem e fertilização, seguido de povoamento com seu cultivo, geralmente ocorrendo em quatro etapas: larvicultura, berçário, engorda e despesca (Funge-Smith & Briggs, 1998).

No Brasil a aquicultura representa uma grande atividade econômica devido ao seu clima favorável e o domínio de tecnologias de produção de camarões. A expansão do mercado ao longo dos anos expôs algumas preocupações com os impactos ambientais, como qualidade da água e eutrofização de ambientes aquáticos devido ao lançamento de efluentes originados do cultivo (Leitao et al, 2011).

O controle da qualidade da água é de grande importância para o desenvolvimento da criação, pois de acordo com Cavalheiro, et al. (2016), o camarão necessita de parâmetros químicos e físicos ideais para seu desenvolvimento. A temperatura e o pH são parâmetros físicos importantes da água, influenciando no crescimento e nas atividades metabólicas do camarão.

O nitrogênio e fósforo presente nos viveiros vem da decomposição de rações não ingeridas e da excreção dos organismos. Em quantidades elevadas esses compostos apresentam diversos problemas tanto na qualidade de água quanto para a criação.

O nitrogênio aumenta o consumo de oxigênio, afetando diversos processos fisiológicos nos organismos. (Melo et al. 2016) De acordo com Silva, (2009) o fósforo em altas concentrações provocam obstrução das brânquias dos camarões e interferem no desenvolvimento do floco bacteriano prejudicando o desenvolvimento do cultivo.

Deste modo os aspectos físicos e químicos da água influenciam tanto no crescimento, resistência a doenças como na reprodução dos camarões. Esses estudos têm por objetivo avaliar a qualidade da água através dos parâmetros físicos e químicos em seis viveiros de cultivo de camarão, a partir da determinação da quantidade de fósforo total, nitrito e amônia presente nos viveiros durante todo o cultivo, além da verificação o Potencial Hidrogeniônico (pH) e temperatura.

2 Revisão da Literatura

2.1 Manejo alimentar

O viveiro é o lar para diversos organismos, as quais dependem fundamentalmente da qualidade da água em seus processos (Boyd, 1984). O cultivo de camarão requer manejo e nutrição adequada. A utilização de rações influencia diversos fatores na saúde e comportamento, contudo o manejo incorreto e a utilização de rações de baixa qualidade apresentam impactos sobre a qualidade da água (Cyrino et al, 2010).

De acordo com Kuhn et al. (2010) o acúmulo alimentar no viveiro aumenta a concentração de compostos nitrogenados presentes na água. A ração não consumida nos viveiros é decomposta por microrganismos através de processos de decomposição dos compostos orgânicos nitrogenados presentes na ração, liberando amônia no meio de cultivo que em concentrações elevadas pode ser tóxicos para os organismos, afetando o crescimento e até causar mortalidade (Queiroz & Boeira, 2007).

2.2 Influência do parâmetro físico pH

De acordo com Chapman & Kimstach, (1996) o pH é definido como o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio. Apresenta uma escala que varia de 0 a 14, enquanto que valores abaixo de 7 indicam acidez, valores acima de 7 indicam alcalinidade. Esses valores têm relação com fatores naturais, como dissolução de rochas, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, dentre outros.

O pH é um parâmetro importante na aquicultura, de modo que afeta diversos processos fisiológicos na vida aquática. De acordo com a faixa de pH vários efeitos são aplicados a crustáceos e peixes em várias formas. Em águas com pH entre 4 – 5 não ocorre reprodução, entre 5 – 6 apresentam crescimento lento (Boyd, 2000).

Segundo Arana, (1997) o pH também influencia nos parâmetros químicos do meio aquático. Em águas onde a faixa de pH se apresenta igual ou superior a 10, a presença de nitrogênio amoniacal (NH_3) é predominante. Para valores de pH inferiores a 8,5 ocorre uma maior formação de amônio (NH_4^+) (Pereira & Mercante, 2005). Na carcinicultura a faixa de pH utilizada fica entre 6,5 a 9,0.

2.3 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um nutriente essencial na vida dos organismos vivos. Sendo distribuído na atmosfera como gás (N_2), e na litosfera através das rochas, no fundo dos oceanos e nos sedimentos. Aproximadamente 95% do N presente no solo encontram-se na forma orgânica (Vieira, 2017). O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na Terra com cerca de 4×10^{21} g distribuídos na atmosfera, solo e água, entretanto apenas 0,02 % estão disponíveis para os seres vivos (Garcia et al. 2013).

Em meio aquático o nitrogênio existe sob três formas: nitrato que pode causar eutrofização, o nitrogênio amoniacal (amônia), uma substância tóxica não persistente e não cumulativa, que em baixa concentração não causa nenhum dano fisiológico aos animais e o nitrito que, normalmente é encontrado em pequenas quantidades em águas superficiais (Piedras, et al. 2006).

Esses compostos ocorrem naturalmente no meio de cultivo devido a excreção dos organismos e degradação dos restos alimentares. Entretanto, elevadas concentrações podem afetar diversos processos no desenvolvimento da criação, podendo causar grande proliferação de algas até mesmo trazer mortalidade (Tomasso, 1994).

2.3.1 Amônia

Em viveiros a amônia se apresenta como produto da excreção dos organismos aquáticos e da decomposição de alimentos. A amônia existe em sua forma livre NH_3 e em sua forma ionizada NH_4^+ , Para Campos, et al. (2015) a amônia não ionizada (NH_3) vem sendo considerada a mais tóxica devido a sua capacidade de difusão pelas membranas celulares.

A formação desses compostos se dá pela decomposição da matéria orgânica por bactérias quimioautotróficas, através de processos aeróbico e anaeróbicos conhecidos como nitrificação (Esteves, 1998). Inicialmente as bactérias do gênero *Nitrosomonas* oxidam a amônia formando nitrito, em seguida as bactérias do gênero *Nitrobacter* oxidam o nitrito obtido pelo processo de oxidação da amônia resultando em nitratos. A nitrificação reduz a concentração de amônia da água dos viveiros, entretanto pode atuar como fonte de acidez, aumentando a demanda de oxigênio no processo de oxidação da amônia (Queiroz & Boeira, 2007).

O equilíbrio desses compostos no meio aquático é influenciado pelo pH, temperatura e salinidade (Arana, 1997). As alterações desses parâmetros afetam as concentrações de amônia e de outras formas nitrogenadas, que modificam a dinâmica do oxigênio no meio, limitando a produtividade. Em sistemas de cultivo estático ou de recirculação a amônia pode ser letal. (Pereira & Mercante, 2005).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece através da resolução nº 357/2005, limites máximos de nitrogênio amoniacal total em águas de classe 2 em 3,7 mg/L para $\text{pH} \leq 7,5$; 2mg/L para pH entre 7,5 e 8; 1mg/L em águas com pH entre 8,0 e 8,5 e 0,5 mg/L para $\text{pH} \geq 8,5$.

De acordo com Arana (1997), altos níveis de amônia no meio de cultivo provocam diversos efeitos que prejudicam processos fisiológicos, ou até ser letal. Um dos efeitos tóxicos causados pelo aumento da amônia no meio de cultivo é a diminuição ou inibição da atividade alimentar dos organismos, afetando o crescimento corpóreo. A partir de uma pesquisa realizada por Campos, et al. (2015) foi observada uma redução no crescimento em juvenis de *F. brasiliensis* expostos a altas concentrações de compostos nitrogenados.

2.3.2 Nitrito

Segundo Arana (1997), o nitrito é um composto intermediário do processo de nitrificação em que a amônia é oxidada por bactérias do gênero *Nitrosomonas*. Conforme Gorsel & Jensen, (1999) sua presença na água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

O nitrito apresenta diversas consequências em organismos aquáticos, em concentrações acima do tolerado pode dificultar o crescimento do camarão, além de reduzir o fluxo de oxigênio aos tecidos pela oxidação do ferro da molécula de hemoglobina, levando a morte por asfixia (Melo et al, 2016).

2.3.3 Nitrato

O nitrato é considerado uma substância com pequeno poder tóxico por parte de pesquisadores, mas por ser o produto final da nitrificação, pode acumular-se em grandes quantidades, principalmente em sistemas fechados de cultivo. Esta substância pode

causar efeitos letais ou subletais para diferentes organismos, ou ainda, atuar sinergicamente com outras formas nitrogenadas, tornando-se extremamente importante o estudo dos seus efeitos tóxicos para diferentes espécies (Piedras et al, 2006).

De acordo Arana (1997) o processo de nitrificação se dá pela ação das Nitrosomonas e Nitrobacter que oxidam a amônia transformando o nitrito em nitrato. Em altos níveis podem resultar na oxidação da hemoglobina, o que resulta no impedimento do fluxo de oxigênio, em níveis inferiores provocam o aumento do conteúdo de ferrihemoglobina.

2.4 Fósforo

O fósforo é considerado um nutriente limitante e está presente em sistemas aquáticos. Através do intemperismo e erosão das rochas, o fósforo é liberado no ecossistema, podendo ser assimilado pelas plantas ou chegar a corpos aquáticos através de infiltração ou lixiviação pelas águas das chuvas (Emidio, 2012).

Em sistemas de água doce o fósforo se apresenta em formas: reativas solúveis, fósforo orgânico dissolvido e fósforo particulado. No sistema aquático ele se apresenta nas formas iônicas H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , variando conforme o pH do meio (Filho; et al, 2012).

Em sistemas de cultivo de organismos o fósforo proporciona um bom crescimento e eficiência alimentar, sendo a principal fonte de fósforo no meio devido a excreção e a decomposição de alimentos não ingeridos (Silva, 2009).

A resolução N° 357 do CONAMA, 2005, estabelece níveis de fósforo total de 0,020 a 0,025 mgL^{-1} para águas de classe 1; 0,030 – 0,050 mgL^{-1} para classe 2 e 0,050 – 0,075 mgL^{-1} para águas de classe 3.

Entre os nutrientes presentes ou lançados no meio aquático, o fósforo é reconhecido como um dos principais nutrientes agravantes do processo de eutrofização (Tundisi & Tundisi, 2008).

O excesso de fósforo no ambiente pode provocar a eutrofização da água. De acordo com Cavalcante; et al. (2018) a eutrofização proporciona o enriquecimento de

nutrientes das águas resultando na floração excessiva de algas e macrófitas, causando a degeneração da qualidade da água. Ambientes eutrofizados apresentam aumento da contaminação por metais e substâncias tóxicas liberadas por algas, redução do oxigênio dissolvido e morte dos organismos aquáticos (Wiegand et al, 2016).

2.5 Alcalinidade

A alcalinidade É um importante indicador de qualidade da água, esse parâmetro é a média da capacidade de neutralizar ácidos. A maior parte da alcalinidade vem dos bicarbonatos (HCO_3), sendo formados pela ação do dióxido de carbono (CO_2) com materiais presentes no solo. Os bicarbonatos e os carbonatos agem como tampão do pH da água, prevenindo variações no pH (Arana, 1997).

No ambiente de cultivo, avaliar esse parâmetro contribui para a moderação de pH. Ambientes com baixa alcalinidade inicial podem alterar o processo de oxidação da amônia a nitrito pelas bactérias nitrificantes. Essas bactérias ao oxidarem a amônia reduzem os níveis de alcalinidade (Piérri, 2012).

Segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de acordo com a Resolução nº 357, estabelece valores de alcalinidade a partir de 5 mg.L^{-1} . A exposição dos camarões a concentrações inferiores causa estresse na respiração levando a mortalidade (Campos et al, 2008).

3 Materiais e Métodos

3.1 Área de Estudo

Esta pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, no setor de Piscicultura, localizada nas seguintes coordenadas $6^{\circ}58'17.51''\text{S}$, $35^{\circ}43'17.06''\text{O}$, no município de Areia - PB, os viveiros podem ser observados nas figuras a seguir.



Figura 1: Viveiros para o cultivo de camarão analisados

3.2 Procedimentos de Amostragem

3.2.1 Água

As amostras foram coletadas utilizando garrafas de polietileno com capacidade de armazenamento 500 ml previamente tratadas submergidas com HCl por no mínimo 1 hora, após esse período foram lavadas com água destilada.

3.2.2 Temperatura e pH

A temperatura e o pH foram determinados utilizando o medidor de pH modelo EC HI98130 da marca HANNA.

3.3 Procedimentos para determinação de Fósforo total, nitrito, nitrato e amônia

As análises foram realizadas conforme os procedimentos descritos pelo manual de metodologias para nutrientes e outras variáveis físicas, químicas e biológicas. A determinação do fósforo total seguiu-se através do método: Standard Methods, 1998 (Modificado), para o Nitrito e Nitrato utilizou-se Standard Methods, 1998.

3.3.1 Análise de Fósforo

Para a obtenção de fósforo foram adicionados 50 mL da amostra em um Erlenmeyer de 125 mL, adicionando 1 gota de fenolftaleína. O método aborda que se caso ocorra a presença da coloração rosa, será necessário a adição de algumas gotas de ácido sulfúrico 30% até a descoloração e mais 0,5 mL do mesmo ácido. Foram

adicionados 7,5 ml de persulfato de potássio 5% e aguardou a digestão por 30 minutos. Após a digestão, foi verificado se a solução apresentava 50 mL, caso contrário deveria ser adicionado água destilada até completar os 50 mL. Posteriormente adicionou-se 1 gota de fenolftaleína e acrescentou-se o hidróxido de sódio (NaOH 6N) até a amostra se apresentar alcalina (cor rosa). Seguiu-se adicionando algumas gotas de ácido sulfúrico 30% até a descoloração, neutralizando o pH após diluição (incolor). Transferido 25 mL em proveta e adicionado 4mL do reativo misto, em seguida foi esperado 15 minutos para ler a amostra em espectro $\lambda = 880 \text{ nm}$. A cor azul foi evidência da presença de fósforo na amostra.

3.3.2 Amônia

Para a determinação da amônia inicialmente foram pipetados 25 ml de amostra e transferidos para um Erlenmeyer de 50 ml. Adicionada com agitação vigorosa após cada adição: 1 ml da solução de fenol, 1 ml da solução de nitroprussiato de sódio e 2,5 ml da solução oxidante. As amostras foram cobertas com papel filme até a cor desenvolver à temperatura ambiente por no mínimo 1 hora no escuro. A cor é estável por 24 horas. Em seguida foi Determinada a absorbância dos padrões e amostras em 640 nm contra um branco preparado com água destilada.

3.3.3 Nitrito

Para realizar a análise de nitrito primeiramente foi verificado a presença de sólidos suspensos, caso apresentasse, deveria ser filtrada a amostra com membrana com poros de 0,45 mm. Em seguida foi corrigido o pH da amostra entre 5 e 9 usando HCl 1N ou NH_4OH 3N. Seguiu-se pipetando 50 mL de amostra ou uma alíquota adequadamente diluída a 50 mL e transferida para um Erlenmeyer de 125 mL, adicionado 2 mL do reagente de cor. Aguardando por 10 minutos e determinada a absorbância dos padrões e amostras em 543 nm contra um branco preparado com água deionizada ou destilada.

3.3.4 Dureza

A determinação da Dureza foi dada da seguinte forma: primeiramente pipetou-se 25 mL de amostra de carbonato de cálcio e transferiu para um Erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se 25 mL de água destilada, 1 mL da solução tampão, 1 mL do inibidor e

uma gota do indicador negro de eriocromo T. Seguiu-se titulando a amostra com a solução de EDTA até a mudança de coloração do vinho para o azul e anotados os volumes gastos. Esse método foi realizado em triplicata durante todas as análises.

3.3.5 Alcalinidade

A alcalinidade foi obtida da seguinte forma: inicialmente foram diluídos 100 mL da amostra com 2 gotas de fenolftaleína em um Erlenmeyer de 250 mL, caso não ocorresse alteração na coloração, a alcalinidade seria igual a 0. Caso houvesse alteração na coloração da solução para vermelha, seria determinada a alcalinidade titulando com ácido clorídrico a 0,1M, até ficar incolor. Anotando o volume gasto. Caso a amostra se apresentasse incolor, seriam adicionadas 3 gotas para 100 mL da amostra, da solução de metil-orange (cor amarela), e determinado a alcalinidade total, titulando até o ponto de viragem com ácido clorídrico a 0,1M (cor salmão-rosa).

4 Resultados e Discussão

De acordo com CONAMA Seção I referente a águas doces, Art. 4 da Resolução 357/2005, a água avaliada nesta pesquisa se enquadra na classe 2, águas destinadas a aquicultura. Para a utilização na carcinicultura a ABCC também estabelece padrões a serem seguidos para boas práticas de cultivo. Os valores fornecidos pelo CONAMA e ABCC são dispostos na tabela abaixo:

Tabela 1: Valores máximos permitidos pelo CONAMA e ABCC

Parâmetros	CONAMA	ABCC
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,030 mg/L	-
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L, para $\text{pH} \leq 7,5$ 2,0 mg/L, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ 1,0 mg/L, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 0,5 mg/L, para $\text{pH} > 8,5$	< 0,12mg/L
Nitrito	1,0 mg/L	< 0,1 mg/L
Oxigênio dissolvido	≥ 5 mg/L	≥ 5 mg/L
pH	6,0 a 9,0	Ate 9,0
Temperatura	-	26°C a 32°C
Alcalinidade	-	> 80 mg/L

Foram inseridos 27.000 camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* nos viveiros a partir do mês de setembro. Durante o período de cultivo foram obtidos valores

para temperatura da água nos viveiros com mínimos de 25,6 C° a um máximo de 26,7 C°. Segundo a ABCC (2012) os valores ideais para cultivo de camarão estão entre 26 °C e 32 °C.

Oxigênio

O oxigênio é uma variável importante na qualidade da água. Os organismos necessitam de valores adequados para seu cultivo. No período de manhã, o Oxigênio medido corresponde ao que restou após os processos de respiração dos camarões e outros organismos aquáticos, já a decomposição da matéria orgânica e o processo de nitrificação ocorrem durante a noite, quando não há fotossíntese. Por isso valores de Oxigênio dissolvido podem variar um pouco devido ao horário das coletas. (KEPPELER, 2005). Além disso, valores elevados podem indicar poluição de um viveiro. Mas também pode ser usado para o processo de nitrificação. Processos de decomposição liberam dióxido de carbono que formam ácido carbônico ao ser dissolvido na água. Os valores de oxigênio nos viveiros são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 2: valores de oxigênio nos viveiros ao longo do cultivo

Viveiros	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
7	8.6	8.0	8.8	7.9	7.4	7.5	6.0
8	7.0	6.8	6.5	6.4	5.8	9.4	6.9
9	6.7	6.3	6.4	5.9	3.8	4.9	4.5
10	6.9	6.0	6.3	6.0	7.0	8.1	4.1
11	6.0	6.1	6.2	5.0	4.9	11.6	7.3
12	6.5	6.3	6.1	5.0	5.4	6.1	3.4

Valores próximos são encontrados nos experimentos feito por Cavalheiro et al. (2016), media de 5,20 mg/L. Durante o cultivo, os viveiros apresentaram decaimento na quantidade de oxigênio, a qual pode ser vista nas figuras a seguir:

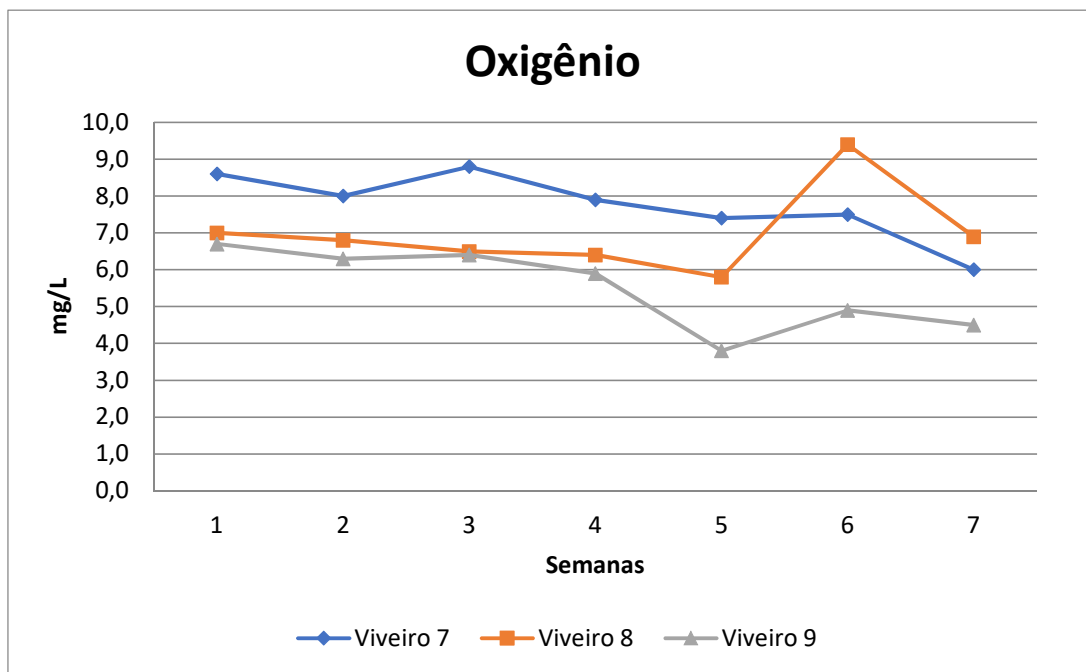


Figura 2: Valores de oxigênio nos viveiros 7, 8 e 9

A ABCC (2012) recomenda valores acima de 5 mg/L na carcinicultura, valores que corroboram com a resolução N° 357 do CONAMA que recomenda valores acima de 5 mg/L. Os viveiros 7 e 8 mantiveram valores dentro dos recomendados, entretanto o viveiro 9 apresentou quantidades abaixo do recomendado pela ABCC e CONAMA, com valor de 4 mg/L na 5ª semana.

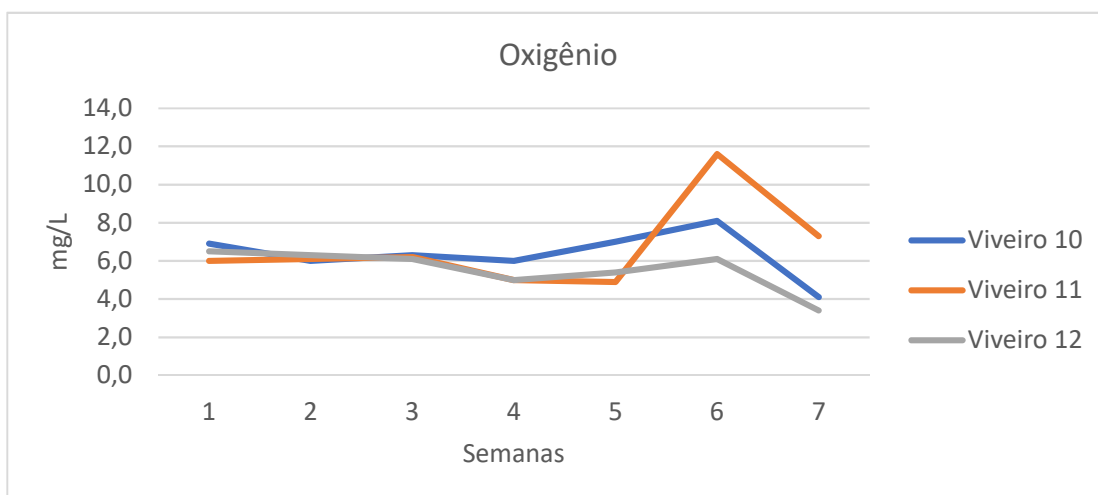


Figura 3: Valores de oxigênio nos viveiros 10, 11 e 12

Os viveiros da figura 3 demonstraram valores em desacordo em determinadas semanas. Os viveiros 10 e 12 apresentaram valores abaixo dos 5 mg/L na 7ª semana, contudo o viveiro 11 obteve diminuição na 5ª semana com valor 4,9 mg/L.

pH

Segundo Boyd (2000) o pH afeta diversos processos fisiológicos em crustáceos e peixes. O pH dos viveiros durante todo o experimento se manteve alcalino. A figura 2 apresenta os resultados de pH nas águas dos viveiros analisados:

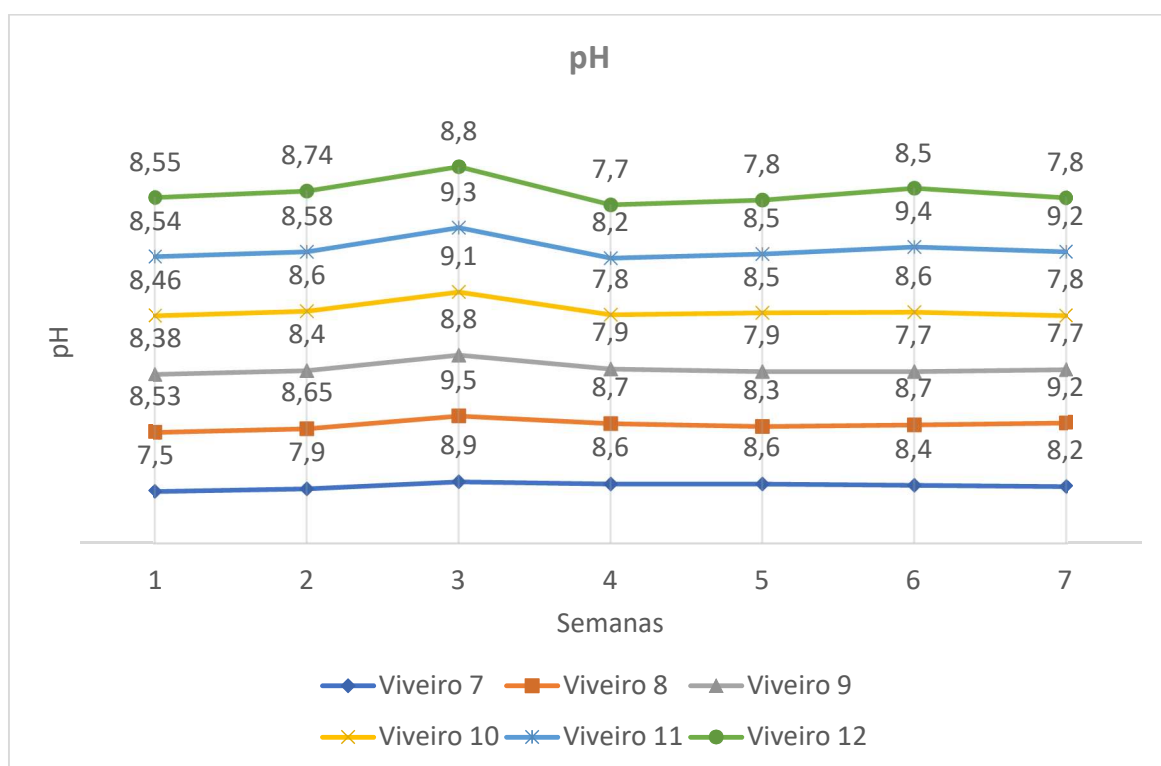


Figura 4: Valores de pH dos seis viveiros ao longo do experimento

De acordo com Cavalheiro; et al. (2016) e Lopes; et al, (2001) a faixa de pH utilizada para carcinicultura fica entre 6,5 a 9,0. A ABCC (2012) também determina faixa máxima de pH como 9. Para águas doces classe 2 destinadas a aquicultura, o CONAMA estabelece valores de pH entre 6 e 9. Os viveiros apresentaram boas faixas de pH durante o experimento, contudo na 3ª semana, os viveiros 8, 10 e 11 estavam com valores acima do recomendado, obtendo 9,5; 9,1 e 9,3, respectivamente. Também foi observado aumento de pH no viveiro 11 na 6ª e 7ª semana, ficando acima do recomendado com valores 9,4 e 9,2 respectivamente. Os demais viveiros apresentaram valores dentro das normas estabelecidas.

Alcalinidade

A alcalinidade é um fator que contribui com o controle do pH, os viveiros analisados obtiveram os valores apresentados na tabela a seguir:

Tabela 3: Valores de alcalinidade ao longo do experimento

Viveiros	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro
	(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)
7	85	90	103	113	96	94	90
8	100	105	105	115	107	114	95
9	90	113	120	129	108	98	100
10	89	100	93	105	96	101	110
11	106	110	111	118	104	118	111
12	79	86	109	116	97	88	80

A alcalinidade age como tampão das variações no pH no cultivo de camarão, influencia no crescimento dos camarões marinhos, afetando a disponibilidade de nutrientes e interferindo na produtividade orgânica do sistema de cultivo (VERANI, 1987). O menor valor para alcalinidade foi registrado na primeira semana, obtidos no viveiro 12, 79 mg/L, com máximo de 129 mg/L.

A ABCC (2012) recomenda como nível ideal maior que 80 mg/L em águas doces. Os viveiros analisados obtiveram valores de alcalinidade sempre acima ou igual a 80 mg/L.

Fósforo

A análise de fósforo total foi realizada durante sete semanas. Os menores valores foram obtidos do viveiro 7 com quantidades mínimas de 0,06 mg/L e máximos de 0,073 mg/L, o viveiro 12 apresentou as concentrações mais elevadas ao longo do experimento com quantidade mínimas de 0,11 mg/L e máximas de 0,123 mg/L.

Os valores de fósforo total durante todo o experimento são apresentados na figura 3, como podemos observar a seguir.

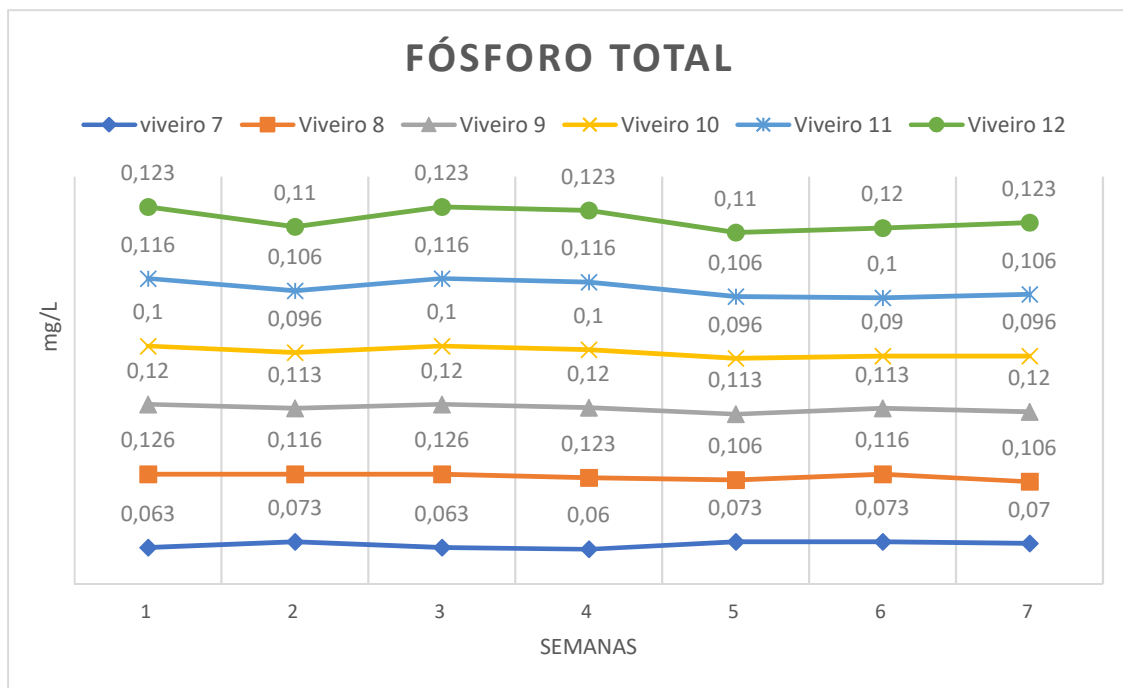


Figura 5: Concentrações de fósforo total a cada semana

O nível de fósforo total não demonstrou aumento no decorrer do experimento, apresentando pequenas variações em sua concentração. As concentrações no início do experimento exibiram valores acima do permitido em todos os viveiros que de acordo com a resolução N° 357 do CONAMA, estabelece concentrações máximas de 0,030 mg.L⁻¹ para águas doce classe 2 destinadas a aquicultura. Com o decorrer do cultivo os viveiros sempre se mantiveram acima do permitido.

Apesar de ser um elemento de baixa toxicidade, altas concentrações no meio aquático devem ser evitadas, pois proporcionam o enriquecimento de nutrientes das águas resultando na floração excessiva de algas e macrófitas, causando a degeneração da qualidade da água. (Anderson et. al, 2002; Smith, 1983).

Amônia

Foram obtidos valores para concentração de amônia com mínimo de 0,000 mg/L e máximo de 0,064 mg/L. As concentrações de amônia durante todo o experimento podem ser observadas a seguir:

Tabela 4: Concentrações de amônia nos seis viveiros

Viveiros	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro	
	(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)	
7	0,000	0,01	0,018	0,013	0,000	0,001	0,014	

8	0,020	0,024	0,028	0,033	0,020	0,032	0,047
9	0,014	0,015	0,024	0,013	0,002	0,010	0,030
10	0,014	0,017	0,016	0,018	0,023	0,045	0,050
11	0,025	0,029	0,028	0,029	0,013	0,064	0,064
12	0,023	0,028	0,027	0,028	0,011	0,035	0,057

Os viveiros apresentam um crescimento na concentração de amônia ao decorrer do experimento, podendo ser observado nas figuras a seguir:

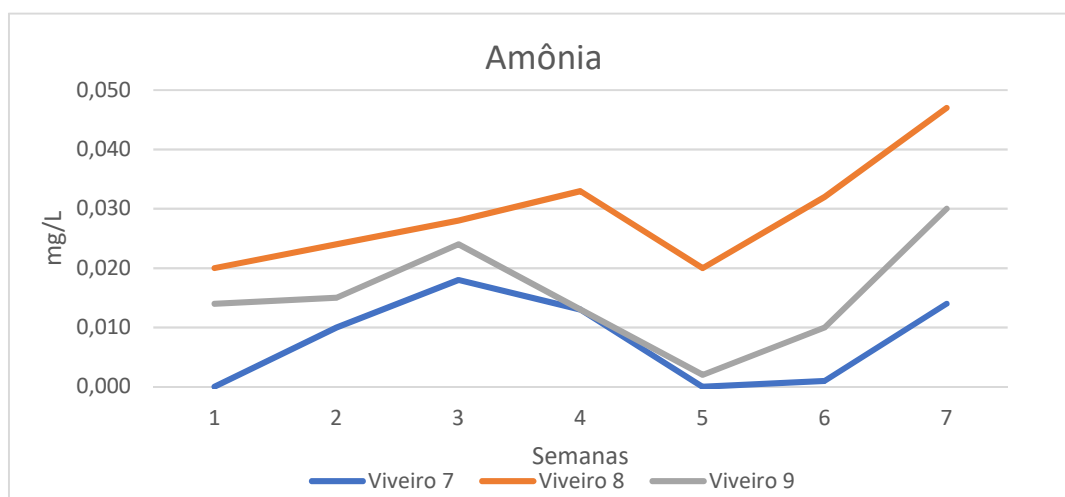


Figura 6:Concentração de amônia dos viveiros 7,8 e 9 por semanas

Entre a 4ª e 5ª semana o viveiro 8 apresentou um decaimento na concentração de amônia de 0,033 mg/L para 0,20 mg/L, os viveiros 7 e 9 seguiram esse mesmo padrão com ocorrência da diminuição da concentração até a 5ª semana. O viveiro 7 apresentou diminuição de 0,018 mg/L para 0,00 mg/L, o viveiro 9 de 0,024 mg/L para 0,002 mg/L.

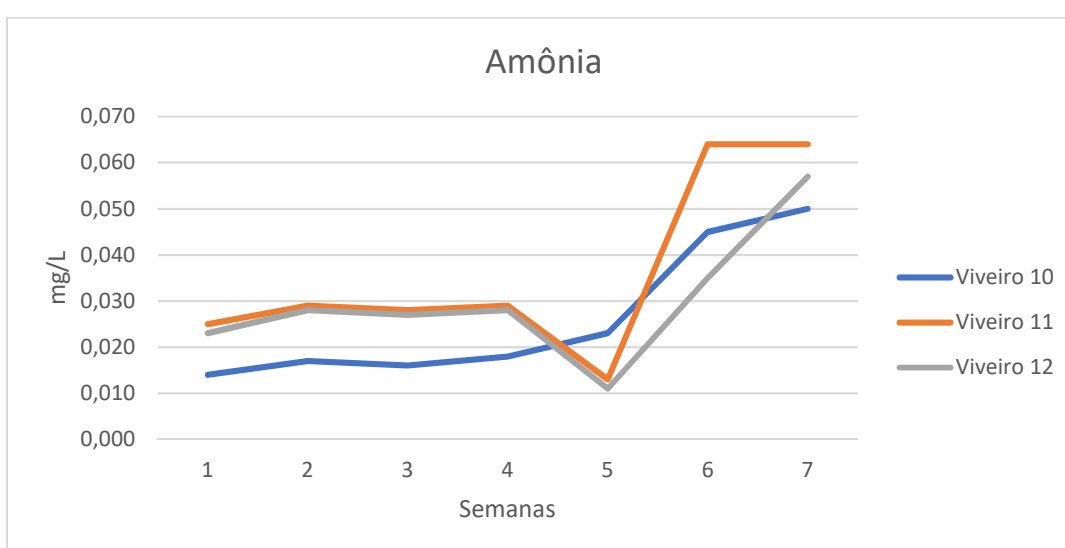


Figura 7:Concentração de amônia dos viveiros 10,11 e 12 por semanas

Com exceção do viveiro 10, as concentrações de amônia decaem da quarta para quinta semana nos viveiros 11 e 12, com valores de 0,028 para 0,011 mg/L e 0,029 para 0,013 mg/L respectivamente, seguindo o padrão dos viveiros anteriores.

O decaimento da concentração nessas semanas ocorreu devido a diminuição da quantidade de alimentos fornecidos devido à baixa quantidade de oxigênio nos viveiros. Kuhn; et al (2010) aborda que o acúmulo de ração não consumida aumenta a quantidade de compostos nitrogenados. A ração não consumida nos viveiros é decomposta por microrganismos através de processos de decomposição dos compostos orgânicos nitrogenados presentes na ração, liberando amônia.

De acordo com Maia, Galvez e Silva (2011), valores de amônia acima de 3 mg/L são letais, entretanto Campos et al (2008) aborda que obteve em seus experimentos valores letais de 1,4 mg/L. Outros autores como Cavalheiro et al. (2016), encontraram valores médios de 0,30 mg/L. A ABCC (2012) recomenda valores ideais abaixo de 0,12mg/L, contudo a resolução do CONAMA 2005, estabelece valores máximos de acordo com o pH, apresentados na tabela 1. Todos os viveiros estudados apresentaram boas concentrações de amônia, estando abaixo do limite máximo.

Nitrito

Segundo Arana (1997) o nitrito é um composto obtido através de processos de nitrificação por bactérias, que em altas concentrações trazem danos a organismos aquáticos e degradam a qualidade da água. Os viveiros estudados apresentaram as concentrações expostas na tabela abaixo:

Tabela 5: Concentrações de nitrito por semana

Viveiros	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro
	(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)
7	0,009	0,010	0,014	0,006	0,002	0,014	0,012
8	0,025	0,027	0,033	0,047	0,065	0,049	0,069
9	0,022	0,024	0,032	0,031	0,009	0,030	0,044
10	0,020	0,023	0,031	0,026	0,037	0,104	0,094
11	0,030	0,032	0,041	0,034	0,031	0,056	0,093
12	0,033	0,035	0,044	0,043	0,037	0,084	0,082

O nitrito apresentou um período de baixa em sua concentração, obtendo elevação entorno da 5ª semana, podendo ser observado nas figuras a seguir:

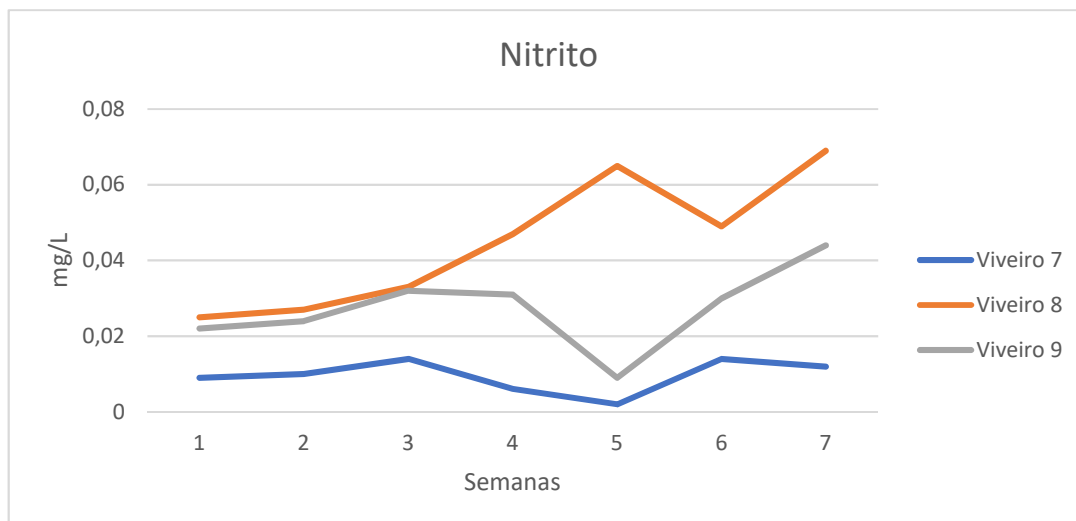


Figura 8: Concentração de nitrito por semana nos viveiros 7,8 e 9

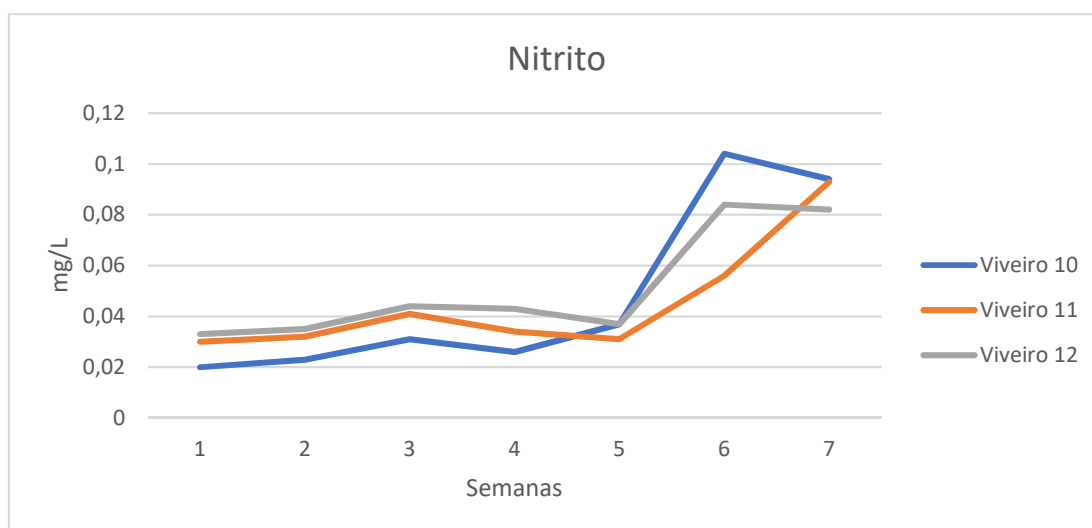


Figura 9: Concentração de nitrito por semana nos viveiros 10, 11 e 12

Segundo Camargo et al. (2005) o nitrato apresenta limite aceitável de tolerância até 2 mg/L para animais aquáticos. Em seus experimentos Cavalheiro et al. (2016) apresenta valores médios de 0,0040 mg/L.

Segundo a ABCC (2012) os níveis ideais de nitrito em águas para cultivo devem ser inferiores a 0,1 mg/L. O CONAMA estabelece níveis máximos de 1,0 mg/L para águas doce de classe 2 destinadas a aquicultura.

De acordo com as normas da ABCC o viveiro 10, obteve concentração acima do limite máximo, com valor 0,104 mg/L. Os demais viveiros se mostraram dentro dos limites estabelecidos, contudo, segundo o CONAMA, a qualidade da água nos viveiros se manteve dentro do recomendado todo o período de cultivo.

O crescimento na concentração do nitrato vem da nitrificação e do aumento de culturas de microalgas no sistema. Em animais aquáticos o nitrito com concentrações tóxicas age impedindo o fluxo de oxigênio (Arana, 1997).

Análise estatística

Após término do experimento os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) juntamente com teste tukey em nível de 5% de confiabilidade, utilizando software estatístico R (The R project for Statistical Computing).

A ANOVA é um teste estatístico realizado para verificar se há diferenças na distribuição de medidas entre determinadas variáveis. Os resultados obtidos são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 6: Teste ANOVA para as variáveis analisadas

VARIÁVEIS	ESTATÍSTICAS	
	Probabilidade (F <0,05)	CV (%)
AMÔNIA (mg/L)	0.003488*	50.74
NITRITO (mg/L)	0.005566*	52.26
FÓSFORO TOTAL (mg/L)	2.2e-16*	5.27
Ns = não significativo; *valor de f significativo ao nível de 5%		

A análise de variância aponta que os parâmetros apresentam diferenças significativas a o nível de confiabilidade de 0,05%. O teste Tukey é utilizado para comparação de médias. Os dados obtidos estão dispostos abaixo.

Tabela 7: Teste de Tukey para as variáveis

variáveis	viveiros					
	7	8	9	10	11	12
Fósforo Total (mg/L)	0.074 c	0.123 a	0.123 a	0.103 b	0.115 a	0.125 a
Amônia (mg/L)	0.021 b	0.043 ab	0.029 ab	0.040 ab	0.049 a	0.043 a
Nitrito (mg/L)	0.031 b	0.067 a	0.049 ab	0.07 a	0.067 a	0.073 a

A presença de letras diferentes em frente a duas médias, indica que a diferença entre essas médias é estatisticamente significativa, quando a mesma letra aparece em frente a duas médias, a diferença entre essas médias não é estatisticamente significativa.

Para o fósforo os viveiros 7 e 10 apresentam diferenças significativas com os demais viveiros, contudo os viveiros 8, 9, 11 e 12 não apresentam diferenças significativas. A amônia e o nitrito apresentam diferença significativas do viveiro 7 com os demais.

Qualidade da água após termino do cultivo

Ao término do cultivo, todos os viveiros apresentaram valores de fósforo total acima do permitido. A qualidade da água dos viveiros 8 e 11 mostraram valores de pH acima de 9, valor máximo recomendado. Os viveiros 9, 10, 12 apresentaram valores de oxigênio na água abaixo dos 5 mg/L, contudo o viveiro 12 também demonstrou valor de alcalinidade pouco abaixo do limite mínimo recomendado.

Seguindo os parâmetros da ABCC (2012) a água do viveiro 7 poderia ser reutilizada para novo cultivo, entretanto os viveiros 8 e 11 necessitariam de redução no pH, já os viveiros 9, 10 e 12 necessitariam receber ajuste do oxigênio na água para sua reutilização na carcinicultura. De acordo com o CONAMA a qualidade da água exibiu valores de fósforo total acima do recomendado, necessitando de processos de remoção do fósforo para reutilização. A remoção de fósforo pode ocorrer através de processos físico, químico ou biológico. Segundo Clark et al. (1997) os processos físicos apresentam alto custo com pouca eficiência, os processos biológicos podem sofrer variação na eficiência de remoção de fósforo. Nos processos químicos utilizam-se sais como Ca, Fe e Al, que são seguros e estabelecidos.

5 Considerações finais

A carcinicultura é uma técnica de cultivo de camarão que requer cuidados com diversas variáveis físicas e químicas na água. O aumento ou a diminuição das concentrações dessas variáveis podem apresentar danos ao cultivo bem como a degradação da qualidade da água. Durante o crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* a água dos viveiros apresentou valores de fósforo total acima do permitido, já o pH mostrou-se acima do limite máximo nos viveiros 8 e 11, os viveiros 9, 10 e 12 apresentaram valores de oxigênio na água abaixo do recomendado. Os demais parâmetros analisados: amônia, alcalinidade e nitrito mostraram valores em conformidade com as quantidades propostas pelo CONAMA e ABCC. A partir deste estudo podemos observar que para a reutilização da água utilizada no cultivo do camarão, deve passar por processos de remoção do fósforo total, ajustes no pH e oxigênio na água. Esses estudos devem ser efetuados para garantir que os padrões estabelecidos sejam

6 Referências

- ANDERSON, D. M., GLIBERT, P. M., BURKHOLDER, J. M. Harmful Algal Blooms and Eutrophication Nutrient Sources, Composition, and Consequences. **Estuaries** v. 25, n. 4, p.704-726, 2002.
- APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th ed, **American Public Health/American Water Works Association/ Water Pollution Control Federation**. Washington DC, USA, 1998.
- ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura**: Uma revisão para peixes e camarão. Florianópolis: UFSC, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. **Boas Práticas de manejo e biossegurança para a carcinicultura marinha nacional**. [S.I.]; ABCC, 2012.
- BOYD, C. E. **Waterquality management for pond fish culture**. 2 ed. New York, 1984. 317 p.
- CAMARGO, J. A.; SALAMANCA, A. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. **Chemosphere**, v. 58, n. 9, p. 1255 – 1267, março 2005.
- CAMPOS, A. A. D. B. et al. Qualidade da água em fazenda de camarão marinho *litopenaeusvannamei* com sistema de recirculação parcial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, N. 4, P. 819 – 829, out/dez 2008.
- CAMPOS, B. R. de et al. Compostos nitrogenados sobre o consumo alimentar de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis*. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2202 – 2207, dezembro 2013. ISSN 0103-8478.
- CAMPOS, B. R. de et al. The chronictoxicityofammonia, nitriteandnitrateonjuvenilefarfantepenaeus *Brasiliensis* (Crustacea: Decapoda). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 2, p. 261-269, abril 2015.
- CAVALCANTE, H.; ARAÚJO, F.; BECKER, V. Phosphorus dynamics in thewaterof tropical semiaridreservoirs in a prolongedddrougedperiod.**Acta LimnologicaBrasiliensia**, Eupb, Rio Claro, v. 30, n. e105, 2018.
- CAVALHEIRO, T. B.; CONCEIÇÃO, M. M. da; RIBEIRO, T. T. B. C. Crescimento do camarão *Litopenaeusvannamei* em viveiros e tanques utilizando efluente do processo de dessalinização. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 319-337, 2016.
- CYRINO, J. E. P. et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.
- CLARK, T.; STEPHENSON, T.; PEARCE, P. A. Phosphorus removal by chemical precipitation in a biological aerated filter. **Water Research**, v. 31, n. 10, p. 2557-63, out. 1997.
- EMÍDIO, V. J. G. **A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento**. Dissertação (Engenharia do Ambiente) – UNIVERSIDADE DO ALGARVE, 2012.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos da limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 602p, 1998
- GARCIA, G.; CARDOSO, A. A.; SANTOS, O. A. M. dos. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1468-1476, junho 2013.
- GORSEL, M.; JENSEN, F. B. NO_2^- uptake and HCO_3^- excretion in the intestine of the European flounder (*Platichthysfleus*).**The Journal of Experimental Biology**, n. 202, p. 2103-2110, 1999.
- KEPPELER, E. C. **Características limnológicas da água, sedimento e efluentes em viveiros de crescimento final do camarão-da-amazônia, *Macrobrachiumamazonicum*, submetidos a diferentes níveis de arraçamento e tipos de despesca**. Tese (Pós-Graduação em Aquicultura) – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2005.
- LEITAO, R. C. et al. Reuso da água de despesca na produção de camarão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 12, p. 1314-1320, 2011.
- MELO, F. P. de et al. **Toxicidade do nitrito para o camarão *litopenaeusvannamei* cultivado em sistemas de água clara e bioflocos**. O boletim do instituto de pesca, v. 42, n. 4, p. 855-865, 2016.
- PAULA FILHO, F. J.; MOURA, M. C. S.; MARINS, R. V. Fracionamento Geoquímico do Fósforo em Águas e Sedimentos do Rio Corrente, Bacia hidrográfica do Parnaíba/PI. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 6, p. 623-640, novembro 2012.
- PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, junho 2005.
- PIEDRAS, S. R. N. et al. Toxicidade aguda da amônia não ionizada e do nitrito em alevinos de *Cichlasomafacetum* (JENYNS, 1842). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 1008-1012, setembro 2006.

PIÉRRRI, V. **Efeito da alcalinidade sobre o cultivo de *Litopenaeusvannamei* em sistema de bioflocos**. Monografia (PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA) -UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2012.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de Aquicultura. **Embrapa**, v. 44, n. 1, p. 1-5, dezembro 2007.

Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> acesso em 24 de outubro de 2018

RIBEIRO, L. F. et al. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 365-368, setembro 2014.

SANTOS, A. A. O. **Sustentabilidade ambiental da criação de camarões de água doce e uso de aguapé no tratamento dos efluentes**. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, 2012.

SILVA, K. R. **Dinâmica do Nitrogênio e do Fósforo no Cultivo Superintenso dos Camarões *Litopenaeusvannamei* e *Farfantepenaeuspaulensis* sem renovação de água**. Dissertação (Mestre em Aquicultura) – Universidade Federal De Rio Grande, 2009. Disponível em: <http://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/tde_arquivos/TDE-2009-08-14T090652Z-149/Publico/Kassio.pdf>. Acesso em: 23/10/2018.

TOMASSO, J.R. Toxicity of nitrogenous. Wastes to Aquaculture Animals. **Fisheries Science**, V. 2, N. 4, p. 291-314. Janeiro 1994.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia. 1. ed. São Paulo: **Oficina de textos**, 2008.

VIEIRA, R. F. Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas. 1. Ed. [S.I.]: **Embrapa**, 2017. ISBN 978-85-7035-780-9.

WIEGAND, M. C.; PIEDRA, J. I. G.; ARAÚJO, J. C. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmidos (Cuba) e semiárido (Brasil). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 415-424, apr/june 2016.

PIÉRRRI, V. **Efeito da alcalinidade sobre o cultivo de *Litopenaeusvannamei* em sistema de bioflocos**. Monografia (PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2012.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de Aquicultura. **Embrapa**, v. 44, n. 1, p. 1-5, dezembro 2007.

RIBEIRO, L. F. et al. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 365-368, setembro 2014.

SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B.; WASIELESKY JÚNIOR, W. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinicultura marinha. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 102-111, 2010. ISSN 1806-9290.

SANTOS, A. A. O. **Sustentabilidade ambiental da criação de camarões de água doce e uso de aguapé no tratamento dos efluentes**. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, 2012.

SEBRAE. **Criação de camarão**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-criacao-de-camarao,aa197a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD> Acesso em: 28/09/2018.

SILVA, K. R. **Dinâmica do Nitrogênio e do Fósforo no Cultivo Superintenso dos Camarões *Litopenaeusvannamei* e *Farfantepenaeuspaulensis* sem renovação de água**. Dissertação (Mestre em Aquicultura) – Universidade Federal De Rio Grande, 2009. Disponível em: <http://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/tde_arquivos/TDE-2009-08-14T090652Z-149/Publico/Kassio.pdf>. Acesso em: 23/10/2018.

SOUZA, V. L.; SIPAÚABA-TAVARES, L. H.; URBINATI, E. C. Manejo alimentar e tempo de residência da água em viveiros de pacu (*Piaractusmesopotamicus*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 1, n. 2, 2000.

TOMASSO, J.R. Toxicity of nitrogenous. Wastes to Aquaculture Animals. **Fisheries Science**, V. 2, N. 4, p. 291-314. Janeiro 1994.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia. 1. ed. São Paulo: **Oficina de textos**, 2008.

VERANI, J. R. Análise quantitativa aplicada em experimentos de cultivo intensivo e semi-intensivo de curimatã, *Prochilodus scrofa steindachner*, 1881. **Tese de Doutorado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR**, 1987.

VIEIRA, R. F. Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas. 1. Ed. [S.I.]: **Embrapa**, 2017. ISBN 978-85-7035-780-9.

WIEGAND, M. C.; PIEDRA, J. I. G.; ARAÚJO, J. C. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmidos (Cuba) e semiárido (Brasil). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 415-424, apr/june 2016.